

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-222847

(43)Date of publication of application : 21.08.1998

(51)Int.Cl.

G11B 7/007

G11B 7/00

(21)Application number : 09-023961

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 06.02.1997

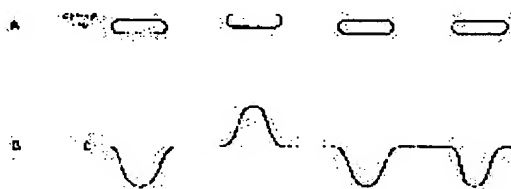
(72)Inventor : SEO KATSUHIRO

(54) INFORMATION RECORDING MEDIUM, INFORMATION RECORDER AND INFORMATION REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording medium, an information recorder and an information reproducing device capable of increasing linear recording density.

SOLUTION: This information recording medium is constituted so that in the information recording medium reproducing information recorded on respective pits by an optical detection system scanning a light beam along a pit line and obtaining a regenerative signal according to respective pits, an edge position of an information pit is shifted from a prescribed reference position in a step shape in the track direction according to digital information to be recorded within the range equivalent to a prescribed shift period smaller than the transient period of the regenerative signal decided according to the transmission characteristic of the optical detection system, and the information pit shifted in the track direction is displaced further in the direction orthogonally intersecting with the track direction, and another digital information is recorded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-222847

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.⁴

G11B 7/007
7/00

識別記号

F I

G11B 7/007
7/00

Q

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全12頁)

(21) 出願番号 特願平9-23961

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月6日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 瀬尾 勝弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

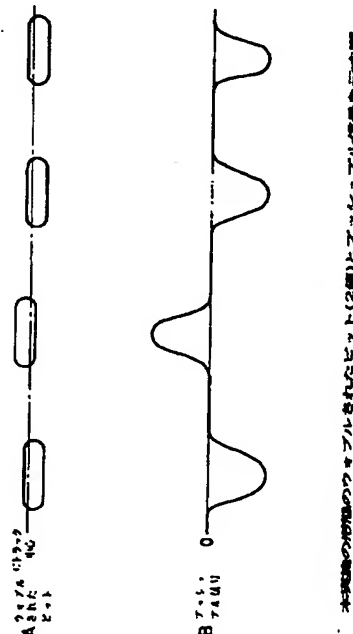
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体、情報記録装置および情報再生装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、線記録密度を上げることができる情報記録媒体、情報記録装置および情報再生装置の提供を目的とする。

【解決手段】 この発明の情報記録媒体は、ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系によって上記各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体において、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる上記再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにして他のデジタル情報を記録するようにした。



エッジ検出

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系によって上記各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体において、

上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる上記再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせると共に、

トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにして他のデジタル情報を記録するようにしたことを特徴とする情報記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の情報記録媒体において、上記変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の値であることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項3】 ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにしてデジタル情報を記録するようにした記録手段を具備することを特徴とする情報記録装置。

【請求項4】 請求項3記載の情報記録装置において、上記変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の値であることを特徴とする情報記録装置。

【請求項5】 ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトし、上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させてデジタル情報を記録した情報記録媒体から記録情報を再生する情報再生装置において、

トラック方向と直交する方向に変位された上記情報ビットの変位による情報信号を再生する再生手段を具備することを特徴とする情報再生装置。

【請求項6】 請求項5記載の情報再生装置において、上記再生手段は上記情報記録媒体としての光ディスクからの遠視野像を結像する光検出器を有し、上記光検出器はトラック方向に平行な分割線によって分割されていて、中心線に対して対称な領域の強度のプッシュプル信号を用いることを特徴とする情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、光ディスク等の情報記録媒体、この情報記録媒体に情報を記録し、または再生する場合に用いて好適な情報記録媒体、情報記録装置および情報再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のCAV（角速度一定）モードで用いられる、サンプラサーボ系のMO（光磁気ディスク）等の光ディスクにおいては、各トラックの所定の位置に周期的にサーボバイト区間を設け、このサーボバイト区間に基準クロック生成用のクロックビットと、トラッキング用のウオブルビットを形成するようにしている。この場合、グループは所定周波数で変調されてウオブルが形成されていて、ウオブルにアドレスが記録されていたが、本来記録される信号（EFM）との干渉を避けるために、図9に示すように、比較的低い周波数で変調されていた。そして、クロックビットに対応して基準クロック（チャンネルクロック）を生成し、この基準クロックの周期の整数倍の長さのビットにより、情報をデジタル的に記録するようにしている。

【0003】また、例えば、CD（コンパクトディスク）のようなCLV（線速度一定）モードで用いられるシステムにおいては、クロックビットは存在しないが、図10に示すように、記録されたビットの長さおよびビット間隔が、基準クロック（チャンネルクロック）の周期T（0.3μm）の整数倍の長さ（CDの場合、3T（0.3μm）～11T（3.3μm）の9種類の長さ）になるように選ばれており、ビットの長さがまちまちであった。そして、これを用いてクロック再生を行い、記録された情報をビット単位に切り出している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように、MOのようにウオブルによってアドレスを記録する場合には本来記録される信号（EFM）との干渉を避けるために、比較的低い周波数で変調しなければならず、変調周波数帯域が限られるため高密度記録をすることができないという不都合があった。

【0005】また、CDのように記録ビットの長さがまちまちである場合には、ビットをウオブルさせて信号を記録することは現実的ではないという不都合があった。

【0006】本発明は、かかる点を考慮してなされたものであり、線記録密度を上げることができる情報記録媒体、情報記録装置および情報再生装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の情報記録媒体は、ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系によって上記各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体において、上

記光学検出系の伝達特性に応じて決まる上記再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにして他のデジタル情報を記録するようにしたものである。

【0008】また、この発明の情報記録装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにしてデジタル情報を記録するようにしたものである。

【0009】また、この発明の情報再生装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトし、上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させてデジタル情報を記録した情報記録媒体から記録情報を再生する情報再生装置において、トラック方向と直交する方向に変位された上記情報ビットの変位による情報信号を再生する再生手段を具備するものである。

【0010】この発明の情報記録媒体、情報記録装置、情報再生装置によれば、以下の作用をする。まず、情報ビットがウオブル（蛇行）して記録された情報記録媒体のビットの配置を説明する。ビットはトラック中心に対してラジアル方向にウオブルさせるようにして形成される。各ビットがトラック中心に対して上下方向（トラック進行方向に対して左右）に上と下の所定値で変調される。このような、ウオブル量は、トラック中心から所定量とすることにより、トラック方向にステップ状にシフトするエッジ位置が動かない程度にする。このような上下方向の所定値のウオブルを所定変調方式により記録すれば、上方向のウオブルおよび下方向のウオブルをそれぞれ信号レベルに対応させて、ビット1個あたり1ビット以上の信号が記録されることになる。

【0011】次に、このようにウオブルされたビットを再生する作用について説明する。光学検出系は、情報記録媒体に記録されているウオブルされたビットに対して光ビームを照射して、その反射光から情報記録媒体に記録されている信号を再生する。光学検出系が出力するウオブルされたビットの信号を含む再生信号は、複数分割

フォトダイオードは情報記録媒体のウオブルされたビットによる回折光のうち、対物レンズを通過した0次回折光と+1次回折光の重なる部分と0次回折光と-1次回折光の重なる部分とをそれぞれ検出する。

【0012】複数分割フォトダイオードで検出された信号の差分であるブッシュブル信号がウオブル変調信号として生成される。このとき、ブッシュブル信号は、トラック中心に対して上下方向にウオブルされた各ビットの変調信号そのものとなる。つまり、ブッシュブル信号を検出することがそのままウオブル変調信号を検出することになる。下方向のウオブルに対応する部分ではマイナス方向のブッシュブル信号が得られ、上方向のウオブルに対応する部分ではプラス方向のブッシュブル信号が得られる。これにより、このブッシュブル信号を検出することにより、マイナス方向のブッシュブル信号、プラス方向のブッシュブル信号を信号レベルに対応させて、信号を復調することができる。このように、ブッシュブル信号を用いることにより、ウオブルの向きおよびウオブルの量を容易に検出することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本実施の形態について説明する。まず、本実施の形態について説明する前に、その前提となる記録再生方法について説明する。本出願人は、先に特願平3-167585号として、情報ビットの前方または後方エッジの位置を、記録情報に対応して所定の基準位置からステップ状にシフトして、デジタル情報を記録することを提案した。この記録再生方法によれば、ビットおよびビットエッジの位置の変化を非常に高い精度で検出可能であるので、これまで不可能と思われていた微小な変化で情報を記録することが可能となり、この結果、これまで以上の高密度記録を実現することが可能になった。

【0014】このような記録方法は、まず記録データに対応してPWM変調した記録信号を生成し、そのゼロクロス時における長さに対応するビットを形成する。このようにすると、ビットのエッジの位置が基準クロックで示す位置からステップ状に変化する。この変化量に応じて、1つのエッジについて0から7までの8段階（3ビット）のデータを記録することができる。

【0015】また、再生方法は、まず情報記録媒体より再生したRF信号を大きく増幅して、2値化RF信号を得る。情報を記録したディスクにはクロックビットが形成されているため、これを基準として基準クロックを生成し、この基準クロックに同期して、さらに鋸歯状波信号を生成する。そして、この鋸歯状波信号と2値化RF信号とがクロスするタイミングを検出することによって情報ビットのエッジの位置を検出することができる。

【0016】しかし、この先の提案におけるよりもさらに高い密度の記録が要求されていたが、この先の提案においては、隣接するエッジ間の符号間干渉が起こる可能

性があり、さらに記録密度を上げようとする、正確な再生が困難になるという不都合があった。

【0017】このような状況を考慮して、本出願人は、特願平5-20876号（特開平6-76303号公報参照）として、簡単な構成で、高密度記録のデータを正確に再生できると共に、ノイズ成分を強調することなしに、非線形の符号間干渉を軽減することを目的として、ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系によって各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体において、光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてステップ状にシフトさせるようにした情報記録媒体、その記録装置および再生装置を提案した。

【0018】このような、本実施の形態の前提となる情報記録媒体、その記録装置および再生装置について、本実施の形態のとの関係する部分について説明する。図3は、先の提案の情報記録媒体を適用した光ディスクの基本的フォーマットの一例を示すものである。ここでは、直径120ミリの反射型（光ビームの反射面にビットが物理的な凹部または凸部によって形成されている）光ディスクにCLVモード、トラックピッチ1.6μmで、ビット列が記録されている。すべての情報は、一定周期1.67μm毎に配置されたビットの前端（立ち上がり）と、後端（立ち下がり）のエッジ位置の8段階のシフト量として記録されている。このシフト量の1単位である単位シフト量Δは0.05μmに設定されている。

【0019】このように配置された各ビットのエッジ位置の8段階のシフト量で、各々3ビットの情報を記録することができるので、ビット列方向の線記録情報密度としては、0.28μm/bitと、現在のCDシステムの2倍以上となっている。

【0020】なお、CDシステムにおいては、線速度を上限の1.2m/sとした場合においても、EFM（Eight to Fourteen Modulation）変調により、記録すべき8ビットのデータ・ビットが14ビットのインフォメーション・ビットと3ビットのマージンビットの計17ビットのチャンネル・ビットに変換されて、ディスク状のビットに記録されたため、このEFM変調を勘案すると、線記録情報密度は、約0.6μm/bitである。すなわち、約0.9μmの最短ビットが、3ビット分のチャンネル・ビットに相当するから、約0.6μm/bit（=（0.9÷3）×（17÷8））となる。

【0021】ここで、図4に示すように、光ディスク1に記録されたビットのエッジ位置は、そのビットの中心の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてス

テップ状にシフトしているが、そのシフト期間 T_s （ $=\Delta \times 7$ ）は、光学検出系の伝達特性に応じて決まるRF信号（再生信号）の過渡期間（0レベルまたは飽和レベルとなる定常状態以外の期間）である立ち上がり期間 t_r または立ち下がり期間 t_f よりも小なる期間に相当する範囲内に設定されている。

【0022】上記RF信号は、後述する再生装置のピックアップ3から出力されるものであり、このピックアップ3の伝達特性によって過渡期間が決まる。一般に、光学系の伝達特性は、その伝達関数（OTF：Optical Transfer Function）の絶対値であるMTF（Modulation Transfer Function）によって設定され、このMTFはレンズの開口径NAとレーザの波長λに依存して決まる。

【0023】上記シフト期間 T_s 内で、単位シフト量Δを0.05μmよりもさらに小なる単位量でシフトさせれば、さらに記録密度を高めることができる。

【0024】このように記録されたビットの中心の基準位置に位相的に同期したサンプルクロックSPにより、RF信号をA/D変換することによって、ビットのエッジ位置のシフト量0～7に対応する再生レベル $L_0 \sim L_7$ を得ることができる。このように、RF信号の過渡期間における1サンプルタイミングで、その再生レベル $L_0 \sim L_7$ を検出する条件が、シフト期間 $T_s \leq$ 過渡期間（立ち上がり期間 t_r または立ち下がり期間 t_f ）ということになる。

【0025】ここでサンプルクロックSPによるサンプルタイミングとしては、シフト期間 T_s の中央に対応するタイミングが望ましく、このタイミングとすることにより、RF信号の過渡期間の全範囲にわたって再生レベルを検出することが可能となる。

【0026】光ディスク1に記録される情報は、3ビット単位に切り出され、記録データ a_n と b_n として、 n 番目のビットに記録される。図5は、この様子を示したもので、ビットの前端エッジが記録データ a_n に応じて0乃至7の8個のシフト位置のいずれかに設定される。各シフト位置のピッチΔは、先に述べたように0.05μmである。この結果、各ビットは記録データ a_n 、 b_n がいずれもシフト位置0のエッジに形成されたとき、最も短い長さ $L_P = 0.5\mu m$ となる。

【0027】図3に戻って、データが記録された4個のデータビットからなるデータ領域の間に、サーボ用の5個のビットからなるサーボ領域が挿入されている。このサーボ領域に記録された5個のビットのうち、2個は教育ビットP1、P2とされ、残りの3個は基準ビットP3乃至P5とされている。教育ビットP2の図中左側の前端エッジは、その位置が0～7の8段階のシフト位置のいずれかの位置Mに設定されていて、また、図中右側の後端エッジも、0～7の8段階のシフト位置のいずれ

10

20

30

40

50

7
かの位置Nに設定されている。

【0028】教育ビットP2の前端エッジの位置Mと後端エッジの位置Nは、各サーボ領域において、それぞれ異なる組み合わせとなるように、規則的に組み合わせが設定されている。すなわち、MとNが最初のサーボ領域においては、(0, 0)とされ、次のサーボ領域においては、(0, 1)とされる。以下同様に、(0, 2)、(0, 3)、...、(7, 6)、(7, 7)と規則的に組み合わせが設定されている。これにより、64 (= 8 × 8) 個のサーボ領域において、教育ビットP2の前端エッジと後端エッジのすべての有り得る位置の組み合わせが用意されていることになる。

【0029】なお、教育ビットP1は、この場合ダミーとなる。すなわち、教育データをビットP2の両端エッジではなく、ビットP1の両端エッジに形成することも理論的には可能である。しかしながらそのようにすると、ビットP1の左端に隣接するビットがデータ領域のデータビットであるため、そのエッジの位置がデータに対応して変化する。その結果、教育ビットP1の、特にデータ領域側のエッジに対する干渉の度合いがデータの値によって変化する。従って、いつも一定の状態で教育データを後述するようにパターン化することが困難になる。そこで、ビットP1の両端のエッジではなく、教育ビットP2の両端エッジに教育データを形成するようにすることが好ましい。このようにすると、教育ビットP2の後端エッジに隣接する教育ビットP3と、前端エッジに隣接する教育ビットP1が共にそのエッジが(0, 0)のまま一定である(変化しない)ため、教育ビットP2の教育データを読み取ったとき、常に一定の符号間干渉を受け、一定のパターンを得ることができ

る。
【0030】基準ビットP3乃至P5は、(0, 0)と(7, 7)の基準位置のデータを得るためのビットである。この基準位置データも理論的には、例えばビットP5の両端エッジに形成することも可能である。しかしながらそのようにすると、教育ビットについて説明した場合と同様に、隣接するデータ領域からの干渉の割合が記録データによって変化することになるため、基準ビットP5の図中右側の後端エッジには基準データを形成しない方が好ましい。

【0031】図6は、光ディスク1の平面的な構造を簡単に説明するものである。トラックピッチ1.6 μmで記録された信号は、CLVモードで記録されているので、トナリ合うトラック間ではビット位置の位相は合わず、この図に示されたように、ばらばらの位相でディスク上に記録されている。

【0032】図7は、先の提案の情報再生装置を応用した光ディスク再生装置の一実施例の構成を示すブロック図である。光ディスク1は、スピンドルモータ2により回転されるようになされている。この光ディスク1に

は、図3および図4に示した原理に基づいて情報が記録されている。すなわち、情報ビットの前端と後端エッジの少なくとも一方の位置を所定の基準位置からステップ状にシフトすることにより、デジタル情報が記録されている。そして、この光ディスク1には、一定の周期でサーボ領域が形成されており、教育ビットP1、P2と、基準ビットP3乃至P5が形成されている。データ領域には、データビットが形成されているのはもとよりである。

10 【0033】光ピックアップ3は、光ディスク1に対してレーザービームを照射して、その反射光から光ディスク1に記録されている信号を再生する。ピックアップ3が出力するRF信号は、ヘッドアンプ4により増幅され、フォーカストラッキングサーボ回路5、APC回路6およびPLL回路7に供給されるようになされている。フォーカストラッキングサーボ回路5は、入力された信号からフォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号を生成し、その誤差信号に対応して、フォーカス制御およびトラッキング制御を実行する。また、APC回路6は、光ディスク1に対して照射されるレーザー光のパワーが一定になるようにサーボをかける。

20 【0034】PLL回路7は、入力信号からクロック成分を抽出するものである。通常のCDシステムなどで使用されるPLL回路は、すべてのRF信号を使ってクロック再生を行うが、この場合は、サーボ領域の部分のRF信号のみを使ってクロック再生を行う。すなわち、サーボ領域の部分は記録データで変調されていないので、記録データの影響を一切受けず、安定なクロック再生を行うことが可能となる。

30 【0035】スピンドルサーボ回路8は、スピンドルモータ2を制御し、光ディスク1が一定の角速度で回転するように制御する。

【0036】一方、ヘッドアンプ4が出力するRF信号は、A/D変換回路9に入力され、サンプリングクロックSPの立ち上がりのタイミングで、8ビットの256段階のレベルを示すデジタルデータ(再生レベル)にA/D変換される。この8ビットのデータがバイアス除去回路10に供給され、このバイアス除去回路10によりバイアス成分が除去された後、二次元デコーダ11とコントローラ15に供給される。コントローラ15は、各種演算を行うCPUと、このCPUで実行されるプログラムが格納されたプログラムROM等によって構成されており、後述するマッピング等の各種処理を行う。

40 【0037】二次元デコーダ11は、バイアス除去回路10より供給された信号をデコードし、その出力を6-8ビット変換回路12に供給する。6-8ビット変換回路12は、入力された6ビットのデータを4組蓄積した後、8ビットの3組のデータに変換し、誤り訂正回路13に出力する。誤り訂正回路13は、入力されたデータの誤りを訂正した後、D/A変換回路14に出力する。

D/A変換回路14は、入力されたデータをアナログ信号に変換して、図示せぬアナログオーディオアンプに出力する。

【0038】次に、このように構成された先の提案の動作を説明する。まず、情報ビットのシフト位置の読み取りの原理について説明する。いま、ビット間の距離が十分に離れているとして、隣接ビットからの符号間干渉を無視すると、第n番目のビットの前端エッジおよび後端エッジのシフト期間におけるA/D変換回路9の出力データ（再生レベル）は、図8に示すように、 $V_a(n)$, $V_b(n)$ である。この $V_a(n)$, $V_b(n)$ は、RF信号のレベルを表しており、次式で示すことができる。

$$V_a(n) = \Delta r f \times a_n + g_a(b_n)$$

$$V_b(n) = \Delta r f \times b_n + g_b(a_n)$$

ここで、 $\Delta r f$ は単位シフト量 Δ に定数kを乗じた値、 $g_a(b_n)$ および $g_b(a_n)$ は、2つのエッジ間の符号間干渉を表している非線形の関数であり、記録密度を上げるほど（即ち、2つのエッジが近づくほど）これらの値は大きくなる。データの復号は、この連立方程式を解き、観測される $V_a(n)$ および $V_b(n)$ から記録された信号 a_n , b_n を求めることである。

【0039】この信号 a_n , b_n は、二次元空間上でのパターン認識の問題としてとらえることができる。即ち、すべての (a_n, b_n) の組み合わせに対して、上記した式の計算を行い、その結果得られる $V_a(n)$ をX軸、 $V_b(n)$ をY軸の値として二次元空間にプロットする。この二次元平面上においては、符号間干渉の影響を表す関数 $g_a(b_n)$ および $g_b(a_n)$ は情報点の位置歪として表現される。即ち、この関数 $g_a(b_n)$ および $g_b(a_n)$ が0である場合においては（符号間干渉が起きない場合においては）、情報点は $V_a(n)$ および $V_b(n)$ で決まる基準点に位置することになる。しかしながら実際には、単純増加関数となる符号間干渉の関数 $g_a(b_n)$ および $g_b(a_n)$ が発生する。その結果、情報点が基準点からずれることになる。

【0040】このずれは符号間干渉により発生するのであるから、符号間干渉が大きくなるほどこのずれも大きくなる。つまり、線密度記録が小さくなるほど（高密度になるほど）歪が大きくなる。

【0041】即ち、上記した教育ビットP2に記録した教育データを再生して、その再生レベルにより規定される情報点を、基準点としてRAM上にマッピングする。そして、データビットのデータを読み取って得られる情報点をRAM上でプロットし、最も近い基準点とその情報点に対応する基準点であると判定する。そして、その基準点の示すエッジ位置 (a_n, b_n) が読み取った情報点のエッジ位置として出力される。

【0042】このように、先の提案の情報記録媒体によ

れば、光学検出系の伝達関数に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてステップ状にシフトさせたので、従来のCDシステムと比較して2倍以上の記録密度が得られる。

【0043】このような、先の提案によっても高密度記録を行うことができるが、さらに光密度の記録が要求されるようになった。そこで、本出願人は、トラック方向には先の提案によるエッジ位置のシフトを行い、ラジアル方向にこれに本実施の形態の手段を施すようにした。

【0044】本実施の形態は、このような先の提案による情報ビットのエッジ位置を記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせることに加えて、このエッジ位置が動かない程度にラジアル方向（トラック方向に直交する方向）に微小にウオブル（蛇行）させることによって、さらに信号を記録しようとするものである。

【0045】以下、本実施の形態について説明する。まず、本実施の形態により情報ビットが2値でウオブルして記録された情報記録媒体のビットの配置を説明する。図1Aはウオブルされたビットを示す図である。図1Aに示すように、ビットは一点鎖線で示すトラック中心Cに対してラジアル方向にウオブルさせるようにして形成される。図1Aにおいては、各ビットがトラック中心Cに対して上下方向（トラック進行方向に対して左右）に上と下の2値（1ビット）で変調される例を示す。このような、ウオブル量は、例えば、トラック中心Cから30nm程度とすることにより、上述した先の提案によるエッジ位置が動かない程度にすることが実験により判明している。従って、本実施の形態では、最大ウオブル量を30nm程度とする。このような上下方向の2値のウオブルによる変調をDC成分の少ない変調方式として、例えばNRZ（Non Return to Zero）変調方式により記録すれば、上方向のウオブルが「1」、下方向のウオブルが「0」のとき、「0」または「1」に「ローレベル」または「ハイレベル」が完全対応するので、図1Aにおいては、「0、1、0、0」となり、ビット1個あたり1ビットの信号が記録されることになる。

【0046】次に、このようにウオブルされたビットを再生する動作について説明する。図7において、光ピックアップ3は、光ディスク1に記録されているウオブルされたビットに対してレーザービームを照射して、その反射光から光ディスク1に記録されている信号を再生する。ピックアップ3が出力するウオブルされたビットの信号を含むRF信号は、ヘッドアンプ4により増幅され、フォーカストラッキングサーボ回路5に供給される。フォーカストラッキングサーボ回路5の多分割フォトダイオードは光ディスク1のウオブルされたビットに

よる回折光のうち、対物レンズを通過した0次回折光と+1次回折光の重なる部分と0次回折光と-1次回折光の重なる部分とをそれぞれ検出する。多分割フォトダイオードは、トラック方向に平行な分割線によって2分割(A, B)、3分割(A, B, C)、4分割(A, B, C, D)等に分割されていて、中心線に対して対称な領域のプッシュプル信号を用いる。プッシュプル信号として、2分割ではA-B、3分割ではA-C、4分割ではA-Dを用いばよい。

【0047】フォーカストラッキングサーボ回路5は、多分割フォトダイオードで検出された信号の差分である帯域の異なるプッシュプル信号をトラッキングエラー信号およびウオブル変調信号として生成する。このとき、図1Bに示すプッシュプル信号は、図1Aに示したトラック中心Cに対して上下方向にウオブルされた各ビットの変調信号そのものとなる。つまり、トラッキングエラー信号とは異なる帯域のプッシュプル信号を用いてウオブル変調信号を検出することになる。図1Bにおいて、図1Aの下方向のウオブルに対応する部分ではマイナス方向のプッシュプル信号が得られ、上方向のウオブルに対応する部分ではプラス方向のプッシュプル信号が得られる。これにより、このプッシュプル信号を検出することにより、マイナス方向のプッシュプル信号を「0」、プラス方向のプッシュプル信号を「1」に対応させて、「0、1、0、0」の信号を復調することができる。このように、プッシュプル信号を用いることにより、ウオブルの向きおよびウオブルの量を容易に検出することができる。

【0048】次に、本実施の形態により情報ビットが3値または5値でウオブルして記録された情報記録媒体のビットの配置を説明する。図2Aはウオブルされたビットを示す図である。図2Aに示すように、ビットは一点鎖線で示すトラック中心Cに対してラジアル方向にウオブルさせるようにして形成される。図2Aにおいては、実線で示すように各ビットがトラック中心Cに対して中央と、上下方向に上と下の3値で変調される例を示す。このような、ウオブル量は、上述と同様に、トラック中心Cから30nm程度とすることにより、上述した先の提案によるエッジ位置が動かない程度にすることが実験により判明している。従って、本実施の形態では、最大ウオブル量を30nm程度とする。このような中央、上下方向の3値のウオブルによる変調をNRZ変調方式により記録すれば、中心のウオブルが「0」、上方向のウオブルが「1、0」、下方向のウオブルが「0、1」のとき、各ウオブルが2ビットのうちの3つの組み合わせに対応するので、図2Aにおいては、「1、0、0、1、0、0、0、0」となり、ビット1個あたり2ビットのうちの3つの組み合わせの信号が記録されることになる。この場合、2ビットのうちの「1、1」は使用しない。

【0049】また、図2Aにおいて、実線で示すように各ビットがトラック中心Cに対して中央と、上下方向に上と下の3値、および点線で示すように中央と上の間、中央と下の間に上下方向に中間の値を設け、5値で変調されるようにしてもよい。この場合、最大ウオブル量を30nm程度としたので、中間の値は15nm程度となる。このような中央、上下方向、上下方向の中間の5値のウオブルによる変調をNRZ変調方式により記録すれば、中心のウオブルが「0、0、0」、上方向のウオブルが「1、0、0」、下方向のウオブルが「0、1、0」、上方向の中間のウオブルが「0、1、1」、下方向の中間のウオブルが「0、0、1」のとき、各ウオブルが3ビットの5つの組み合わせに対応するので、ビット1個あたり3ビットのうちの5つの組み合わせの信号が記録されることになる。この場合、3ビットのうちの、「1、0、1」、「1、1、0」、「1、1、1」は使用しない。

【0050】次に、このようにウオブルされたビットを再生する動作について説明する。上述と同様に、フォーカストラッキングサーボ回路5の多分割フォトダイオードは光ディスク1のウオブルされたビットによる回折光のうち、対物レンズを通過した0次回折光と+1次回折光の重なる部分と0次回折光と-1次回折光の重なる部分とをそれぞれ検出する。

【0051】フォーカストラッキングサーボ回路5は、多分割フォトダイオードで検出された信号の差分であるプッシュプル信号をウオブル変調信号として生成する。このとき、図2Bに示すプッシュプル信号は、実線で示すように図2Aに示したトラック中心Cに対して中央、上下方向に3値でウオブルされた各ビットの変調信号そのものとなる。つまり、プッシュプル信号を検出することがそのままウオブル変調信号を検出することになる。図2Bにおいて、図2Aの下方向のウオブルに対応する部分ではマイナス方向のプッシュプル信号が得られ、上方向のウオブルに対応する部分ではプラス方向のプッシュプル信号が得られる。これにより、このプッシュプル信号を検出することにより、マイナス方向のプッシュプル信号を「0、1」、プラス方向のプッシュプル信号を「1、0」、0のプッシュプル信号を「0、0」に対応させて、「1、0、0、1、0、0、0、0」の信号を復調することができる。

【0052】また、点線で示すように5値で変調された場合には、図2Bにおいて、図2Aの下方向の中間のウオブルに対応する部分ではマイナス方向の中間のプッシュプル信号が得られ、上方向の中間のウオブルに対応する部分ではプラス方向の中間のプッシュプル信号が得られる。これにより、このプッシュプル信号を検出することにより、マイナス方向のプッシュプル信号を「0、1、0」、マイナス方向の中間のプッシュプル信号を「0、0、1」、プラス方向のプッシュプル信号を

「1、0、0」、プラス方向の中間のブッシュブル信号を「0、1、1」、0のブッシュブル信号を「0、0、0」に対応させてウオブルされた信号を復調することができる。

【0053】このように、ウオブルされる値は2値、3値、5値に限られず、取り得る限り多値に設定しても良い。多値に設定することにより、より一層、高密度に信号を記録することができる。

【0054】このようにして、光ディスク1上において、内周から外周にかけて所定区間連続して形成されたデータ領域のビットを全域にわたってラジアル方向にウオブルさせて、アドレス情報や回転制御用の信号を記録することにより、さらに高密度の記録を行うことができる。

【0055】上述した先の提案によるトラック方向のエッジ位置のシフトはそのまま実行され、しかもこれに対しては何等影響を及ぼすことなく、ラジアル方向のウオブルによって記録される情報の分だけ記録容量を増加させることができる。

【0056】また、上例では、ウオブルによる変調をNRZ変調方式により記録する例を示したが、NRZI変調方式や他の変調方式を用いて記録しても良い。

【0057】この実施の形態の情報記録媒体としての光ディスク1は、ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系としてのピックアップ3によって各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体としての光ディスク1において、光学検出系としてのピックアップ3の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間 T_s に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにして他のデジタル情報を記録するようにしたので、トラック方向のシフトによる情報記録に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向に情報記録を行うことができ、高密度記録の情報記録媒体を得ることができる。

【0058】また、この実施の形態の情報記録媒体は、上述において、変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の2値、3値、5値であるので、情報ビットに対して1ビット、2ビット、3ビットの少なくとも1ビット以上の情報信号を記録することができる。

【0059】また、この実施の形態の情報記録装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系としてのピックアップ3によって情報信号が再生される情報記録媒体としての光ディスク1に、光学検出系としてのピックアップ3の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡

期間よりも小なる所定のシフト期間 T_s に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにしてデジタル情報を記録するようにした記録手段としての図示しないレーザーカッティング装置を具備するので、トラック方向のシフトによる情報記録に加えて、トラック方向のシフトによる情報記録に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向に情報記録を行うことができ、高密度記録を行うことができる。

【0060】また、この実施の形態の情報記録装置は、上述において、変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の2値、3値、5値であるので、情報ビットに対して1ビット、2ビット、3ビットの少なくとも1ビット以上の情報信号を記録することができる。

【0061】また、この実施の形態の情報再生装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系としてのピックアップ3によって情報信号が再生される情報記録媒体としての光ディスク1に、光学検出系としてのピックアップ3の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間 T_s に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトし、情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させてデジタル情報を記録した情報記録媒体から記録情報を再生する情報再生装置において、トラック方向と直交する方向に変位された情報ビットの変位による情報信号を再生する再生手段としてのフォーカストラッキングサーボ回路5を具備するので、トラック方向のシフトによる情報信号に加えて、トラック方向のシフトによる情報信号に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向の変位による情報信号を再生するができ、高密度に記録された情報信号の再生を行うことができる。

【0062】また、この実施の形態の情報再生装置は、上述において、再生手段としてのフォーカストラッキングサーボ回路5は上記情報記録媒体としての光ディスクからの遠視野像を結像する光検出器を有し、上記光検出器はトラック方向に平行な分割線によって分割されていて、中心線に対して対称な領域の強度のブッシュブル信号を用いるので、ラジアル方向の変位による情報信号を再生することができる。

【0063】

【発明の効果】この発明の情報記録媒体は、ビット列に沿って光ビームで走査して各ビットに応じた再生信号を得る光学検出系によって上記各ビットに記録された情報が再生される情報記録媒体において、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる上記再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビッ

トのエッジ位置を、所定の基準位置から、記録すべきデジタル情報に応じてトラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにして他のデジタル情報を記録するようにしたので、トラック方向のシフトによる情報記録に加えて、トラック方向のシフトによる情報記録に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向に情報記録を行うことができ、高密度記録の情報記録媒体を得ることができるという効果を奏する。

【0064】また、この発明の情報記録媒体は、上述において、上記変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の値であるので、情報ビットに対して少なくとも1ビット以上の情報信号を記録することができるという効果を奏する。

【0065】また、この発明の情報記録装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトさせると共に、トラック方向にステップ状にシフトされた上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させるようにしてデジタル情報を記録するようにした記録手段を具備するので、トラック方向のシフトによる情報記録に加えて、トラック方向のシフトによる情報記録に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向に情報記録を行うことができ、高密度記録を行うことができるという効果を奏する。

【0066】また、この発明の情報記録装置は、上述において、上記変位の値はトラック中心に対して、内周側および外周側の2以上の複数の値であるので、情報ビットに対して少なくとも1ビット以上の情報信号を記録することができるという効果を奏する。

【0067】また、この発明の情報再生装置は、ビット列に沿って光ビームで走査する光学検出系によって情報信号が再生される情報記録媒体に、上記光学検出系の伝達特性に応じて決まる再生信号の過渡期間よりも小なる所定のシフト期間に相当する範囲内で、情報ビットのエッジ位置を、所定の基準位置から、トラック方向にステップ状にシフトし、上記情報ビットをさらにトラック方向と直交する方向に変位させてデジタル情報を記録した情報記録媒体から記録情報を再生する情報再生装置において、トラック方向と直交する方向に変位された上記情報ビットの変位による情報信号を再生する再生手段を具備するので、トラック方向のシフトによる情報信号に

加えて、トラック方向のシフトによる情報信号に何等影響を与えることなくさらにラジアル方向の変位による情報信号を再生するができ、高密度に記録された情報信号の再生を行うことができるという効果を奏する。

【0068】また、この発明の情報再生装置は、上述において、上記再生手段は上記情報記録媒体としての光ディスクからの遠視野像を結像する光検出器を有し、上記光検出器はトラック方向に平行な分割線によって分割されていて、中心線に対して対称な領域の強度のブッシュブル信号を用いるので、ラジアル方向の変位による情報信号を再生することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態のウオブルされたビット(2値)とブッシュブル信号を示す図であり、図1Aはウオブルされたビットを示し、図1Bはブッシュブル信号を示す図である。

【図2】本実施の形態のウオブルされたビット(3値、5値)とブッシュブル信号を示す図であり、図2Aはウオブルされたビットを示し、図2Bはブッシュブル信号を示す図である。

【図3】本実施の形態の前提となる先の提案の情報記録媒体を適用した光ディスクのフォーマットのデータ領域とサーボ領域の構成を示す図である。

【図4】本実施の形態の前提となる先の提案の情報記録媒体における情報ビットの構成例を示す図である。

【図5】本実施の形態の前提となる先の提案の情報記録媒体における情報ビットの構成例を示す図である。

【図6】本実施の形態の前提となる先の提案の情報記録媒体のトラック間の位相を説明する図である。

【図7】本実施の形態の前提となる先の提案の情報再生装置を応用した光ディスク再生装置の構成を示すブロック図である。

【図8】本実施の形態の前提となる先の提案の隣接するエッジの符号間干渉を説明する図である。

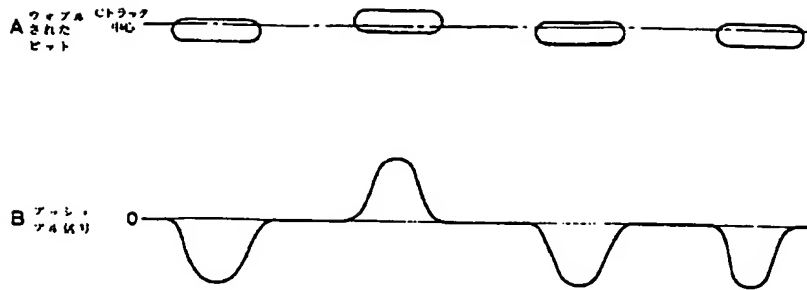
【図9】従来のウオブルされたグループを示す図である。

【図10】従来の長さがまちまちのビットを示す図である。

【符号の説明】

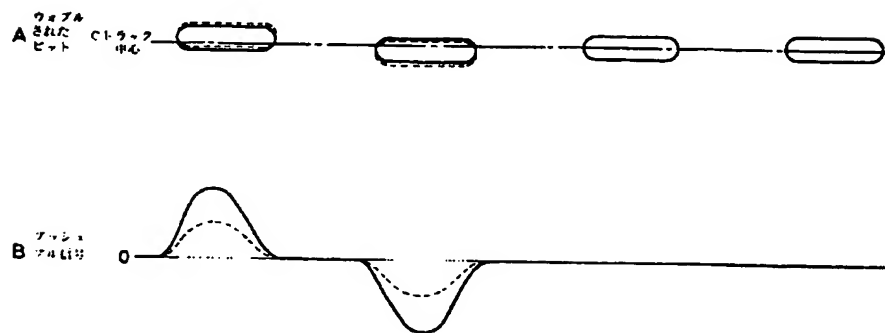
40 Ts シフト期間、tr 立ち上がり期間(過渡期間)、tf 立ち下がり期間(過渡期間)、1 光ディスク(情報記録媒体)、3 ビックアップ、7 PLL回路(クロック生成手段)、9 A/D変換回路(レベル検出手段)、10 バイアス除去手段、11 二次元デコード、15 コントローラ(判定手段)

【図1】

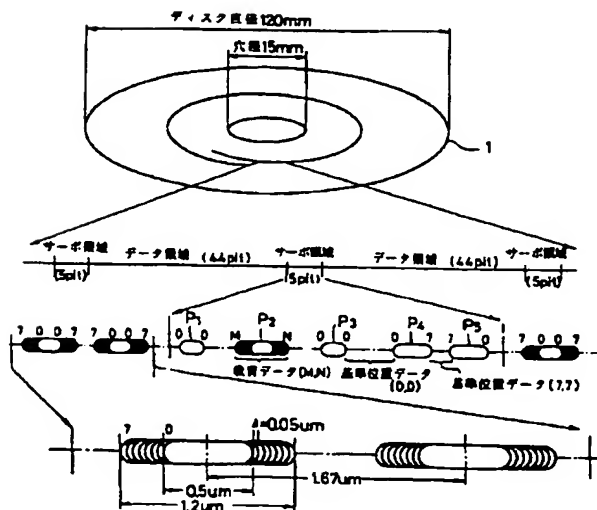


本実施の形態のウォブルされたビット(2値)とプッシュプル信号を示す図

【図2】

本実施の形態のウォブルされたビット(3値、5値)と
プッシュプル信号を示す図

【図3】




記録データ a_n L_p 記録データ b_n

(7 6 5 4 3 2 1 0 0 1 2 3 4 5 6 7)

(7 6 5 4 3 2 1 0 0 1 2 3 4 5 6 7)

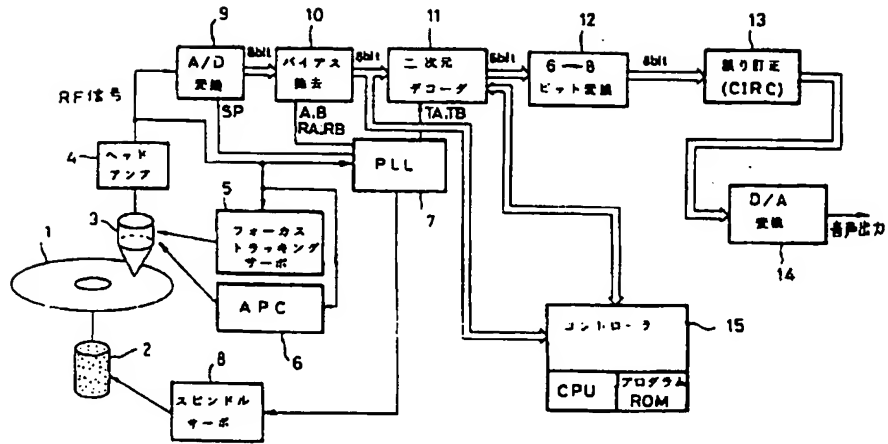
16.7 cm

読み取りビームスポット

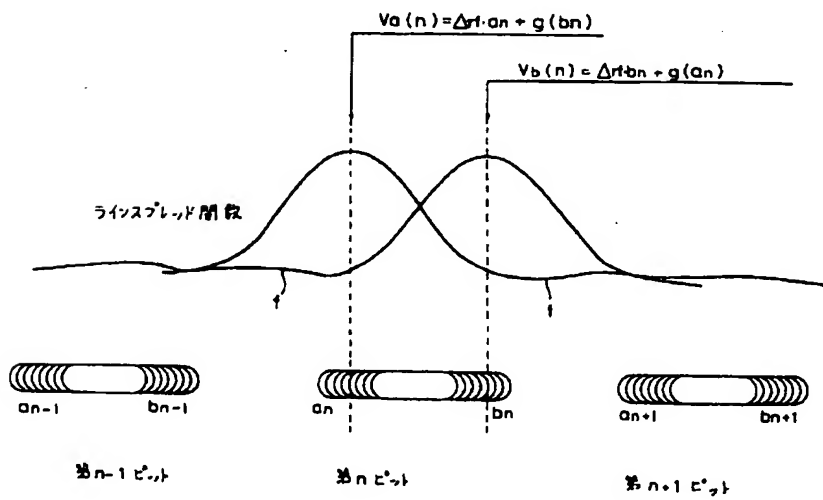


従来のウォールされたクルーズを示す図

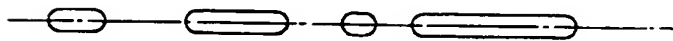
【図7】



【図8】



【図10】



従来の長さがまちまちのビットを示す図

PFS NO=9723961 CC=JP

W 1,0fNfŠfbfN,•,é,Æ^ê——,ð,P,OË 'P^Ê,Å•µ,Ü,• B

DN : JP A2 10222847 (1998/08/21)

FAMILY MEMBERS

CC	PUBDAT	KD	DOC.NO.	CC	PR.DAT	YY	PR.NO.
JP	1998/08/21	A2	10222847	JP	1997/02/06	97	23961

AB : DWT.G98-511760

S1	IP	
S2	P	1
S3	U	0
